

УДК 629.7.047

О. В. Курдеча

ОПТИМАЛЬНИЙ ФУНКЦІОНАЛ КЛАСИФІКАТОРА АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Вступ

Аналіз статистики катастроф і загиблих в них показує особливу актуальність необхідності збільшення безпеки польотів і забезпечення безпеки людини на повітряному судні (ПС) (рис. 1) [1].

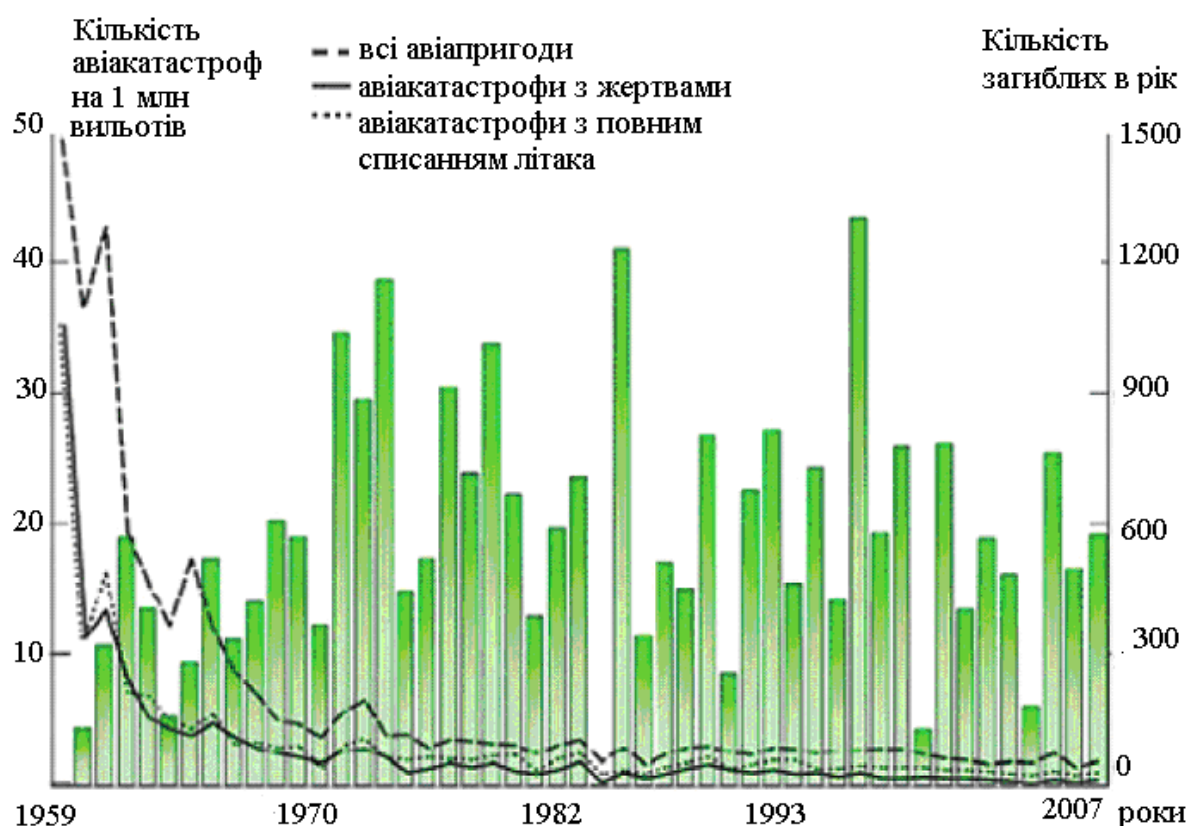


Рис. 1. Рівень аварійності комерційних авіап перевезень і кількість загиблих в авіакатастрофах 1959-2007

Аналіз авіаційних пригод цивільних транспортних літаків вітчизняних і зарубіжних авіакомпаній показав, що 80 % катастроф виникає на етапах зльоту, заходження на посадку і посадки, а дослідження динаміки руйнування літаків під час аварії свідчать, що основними факторами, які приводять до загибелі людей та тяжких травм у авіаційних пригодах, є пожежі та сили удару[2].

Безпека забезпечується надійністю функціонування і технічною досконалістю ПС, рівнем і умовами їхньої експлуатації та рівнем професійної підготовки і досвідом екіпажів[3]. Високий технічний рівень ПС та його експлуатації не можуть виключити можливості появи аварійних ситуацій внаслідок відмов техніки та впливу людського фактора[4].

Дослідження причин виникнення аварійних ситуацій і катастроф є концептуальним питанням аналізу безпеки польотів в пасажирській авіації.

Ефективне дослідження не може бути реалізовано за відсутності системи аналізу аварійних ситуацій та їх класифікації.

На даний час питання класифікації та встановлення причинно-наслідкових зв'язків виникнення аварійних ситуацій є не досить вивченим [5].

Постановка задачі

Метою роботи є створення оптимального функціоналу класифікатора аварійних ситуацій літальних апаратів, який може забезпечити оптимальний аналіз аварійних ситуацій та їх вплив на безпеку польотів.

Аналіз аварійних ситуацій

На даний час в наукових роботах частіше за все виділяють наступні аварійні ситуації [6]: відмова роботи двигуна; пожежа на літаку; поломка механізмів та вузлів літальних апаратів (ЛА) (з класифікацією за системами); розгерметизація; аварійна посадка на сушу та на воду; зіткнення зі стороннім об'єктом та похідні від перелічених ситуацій та часткові випадки.

Аналізуються саме чинники, які призвели до аварійної ситуації, та шляхів найшвидшого їх усунення [7, 8]. Врахувавши етап здійснення польоту відповідно до появи аварійної ситуації, дії на різних етапах польоту при одній і тій же аварійній ситуації повинні суттєво відрізнятись для забезпечення максимального позитивного ефекту.

Основні причини, які призводять до авіаподій (рис. 2), можна об'єднати в наступні групи: помилки людини – 50 – 60%, відмова техніки – 15 - 30%, вплив зовнішнього середовища – 10 – 20%, інші – 5 – 10% [9].

Більше половини авіаподій відбувається на аеродромах і прилягаючій території [2]. По елементах польоту вони розподіляються:

зліт – 30%, крейсерський політ – 18%, захід на посадку – 16%, посадка – 36% (рис. 3).

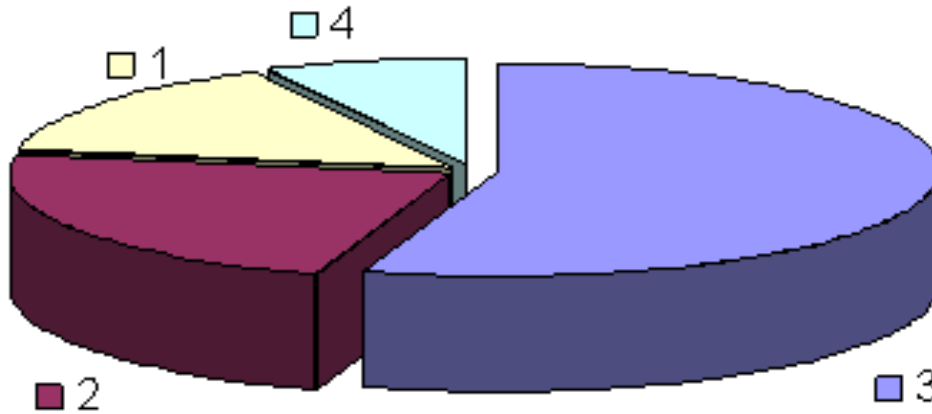


Рис. 2. Основні причини, які призводять до авіаподій:

1 – вплив зовнішнього середовища; 2 – відмова техніки;
3 – помилка людини; 4 – інше.

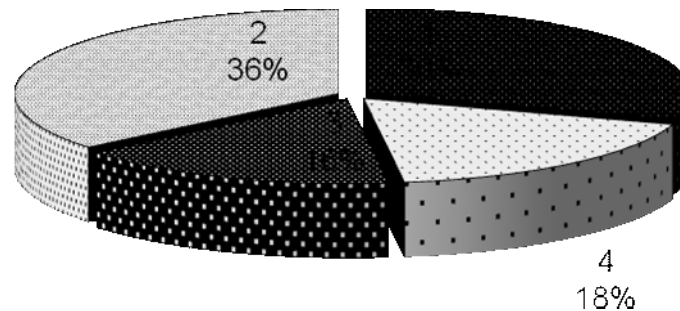


Рис. 3. Авіаподії по елементах польоту

1 – зліт, 2 – посадка, 3 – захід на посадку, 4 – крейсерський політ.

Побудова класифікатора аварійних ситуацій

Імовірність безпечного польоту можна визначити за формулою[10], яка враховує основні причини авіаційної події (АП), на які впливають правильні та своєчасні дії екіпажу:

$$P_{\text{бп}} = \left[P_{\text{ф.с.}}^{\text{н.в.}} + (1 - P_{\text{ф.с.}}^{\text{н.в.}}) P_{\text{ф.е.}}^{\text{н.в.}} \right] \cdot \left[P_{\text{н.у.}} + (1 - P_{\text{н.у.}}) P_{\text{д.е.}}^{\text{о.в.}} \right] \cdot \left[P_{\text{е.}} + (1 - P_{\text{е.}}) P_{\text{д.е.}}^{\text{о.в.}} \right], \quad (1)$$

де $P_{\text{ф.с.}}^{\text{н.в.}}$ – імовірність безвідмовної роботи функціональних систем, яка визначається нормативними вимогами;

$P_{\text{ф.е.}}^{\text{н.в.}}$ – умовна імовірність парирування відмов функціональних систем діями екіпажу;

$P_{н.у.}$ – імовірність виникнення несприятливих умов в польоті;

$P_{н.у.}^{o.в.}$ – умовна імовірність парирування діями екіпажу впливу несприятливих умов на безпеку польоту;

$P_{д.е.}^{o.в.}$ – умовна ймовірність парирування екіпажем недоліків допущеним ним помилок;

P_e – імовірність відсутності у діях екіпажу небезпечних відхилень, викликаних помилками у пілотуванні та хибною інформацією, одержаною від наземних служб.

Використовуючи статистичні дані [2], відповідно до формули (1), маємо такі величини умовних ймовірностей [табл. 1]:

Таблиця 1.

Умовні імовірності

Помилкові дії служб та причин відмов	$p(S_{a.n.} / S_i)$
Командно-керуючий склад	0,020
Персонал керування повітряним рухом	0,025
Екіпаж	0,350
Інженерно-авіаційна служба	0,150
Аеродромна служба	0,130
Несприятливі фактори зовнішнього середовища	0,115
Конструктивно-виробничі недоліки	0,210

Для розроблення класифікатора аварійних ситуацій згенеруємо (на основі [9, 10]) метод класифікації (рис. 4).

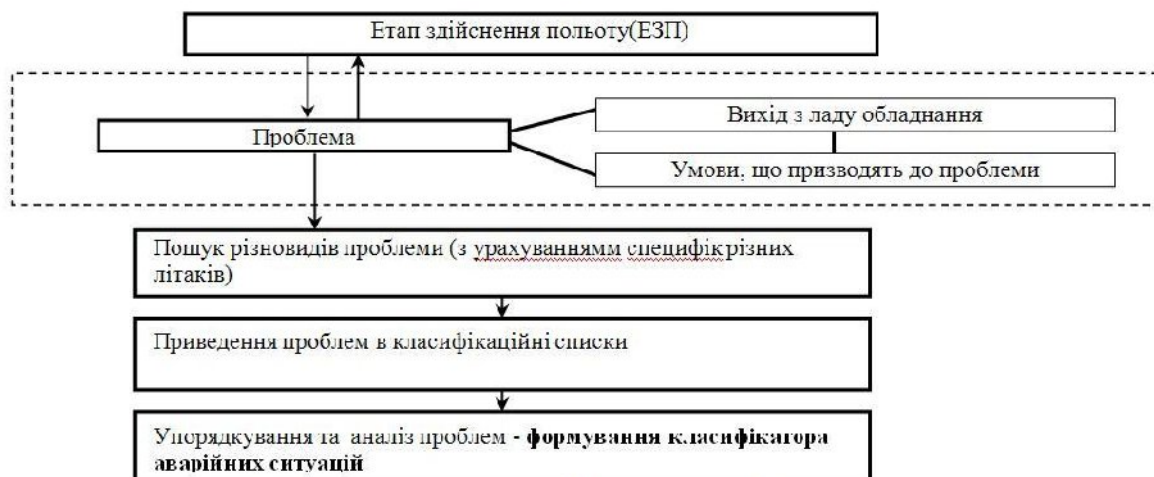


Рис. 4. Формування класифікатора аварійних ситуацій

З математичної точки зору :

$$[Набір_різних_проблем] = F(EЗП, проблема), \quad (2)$$

де $EЗП$ – етапи здійснення польоту,

$F()$ – функція аналізу під час динаміки $EЗП$.

Набір різних проблем являє собою функціональну залежність аналізу проблеми під час змінних етапів здійснення польоту.

Представимо математичну модель проблеми у вигляді

$$проблема = G\left(\sum_i U_i, \sum_k HO_k\right), \quad (3)$$

де U_i – умови (з 1 по i), що призводять до появи проблеми,

HO_k – непрацююче обладнання, що призводить до появи проблеми,

$G()$ – функція формування проблеми з урахуванням впливу U_i та HO_k .

Проблема визначається функцією її побудови з урахуванням сумарного впливу умов та суми непрацюючого обладнання, що призводять до появи проблеми.

Отримаємо масив різновидів проблеми шляхом об'єднання в масив даних всіх можливих комбінацій резалтінгу поелементного множення різних проблем з масиву "набір різних проблем" на рівень впливу факторів:

$$\begin{aligned} [Різновиди_проблеми] = \\ [Набір_різних_проблем] \times [Рівень_впливу_факторів], \end{aligned} \quad (4)$$

де рівень впливу різних складників проблеми :

$$\begin{aligned} [Рівень_впливу_факторів] &= A(проблема) = \\ &= A\left(G\left(\sum_i U_i, \sum_k HO_k\right)\right) = G\left(A\left(\sum_i U_i\right) \cup A\left(\sum_k HO_k\right)\right), \end{aligned} \quad (5)$$

де $A()$ – функція міри впливу умови чи непрацюючого обладнання.

Приведення проблем в класифікаційні списки проведемо за допомогою сортування:

$$[проблеми_в_списках] = f_{\text{sort}}([Різновиди_проблеми]), \quad (6)$$

Сформуємо класифікатор на основі остаточного упорядкування та аналізу списків, для цього введемо функцію упорядкування (Ψ) та аналізу (Fx):

$$\begin{aligned} \text{Класифікатор} &= \Psi(проблеми_в_списках) \cap \\ &\cap Fx(проблеми_в_списках), \end{aligned} \quad (7)$$

в якому :

проблеми _ в _ списках =

$$= f_{\text{sort}} \left(\left[\begin{array}{l} \left[F(EЗП, G(\sum_i Y_i, \sum_k HO_k)) \right] \times \\ \times \left[G \left(A \left(\sum_i Y_i \right) \cup A \left(\sum_k HO_k \right) \right) \right] \end{array} \right] \right) \quad (8)$$

Остаточно математичну модель формування класифікатора можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} \text{Класифікатор} = \psi \left(f_{\text{sort}} \left(\left[\begin{array}{l} \left[F(EЗП, G(\sum_i Y_i, \sum_k HO_k)) \right] \times \\ \times \left[G \left(A \left(\sum_i Y_i \right) \cup A \left(\sum_k HO_k \right) \right) \right] \end{array} \right] \right) \right) \cap \\ \cap F_x \left(f_{\text{sort}} \left(\left[\begin{array}{l} \left[F(EЗП, G(\sum_i Y_i, \sum_k HO_k)) \right] \times \\ \times \left[G \left(A \left(\sum_i Y_i \right) \cup A \left(\sum_k HO_k \right) \right) \right] \end{array} \right] \right) \right) \right), \quad (9) \end{aligned}$$

З математичної моделі (9) класифікація об'єктів(проблем) може здійснюватись відповідно розподілу заданої множини об'єктів(всіх можливих проблем) на підмножини (класифікаційні об'єднання) згідно встановлених різних та однакових ознак.

Висновки

Таким чином, функціонал класифікатора аварійних ситуацій літальних апаратів до вибраної системи класифікації може забезпечити:

- достатню ємність і необхідну повноту, котрі гарантують охоплення всіх об'єктів класифікації в заданих межах;
- доцільну глибину класифікації по рівнях ;
- можливість розширення множин об'єктів, що класифікуються і внесення необхідних змін та доповнень в структуру класифікації.

Список використаної літератури

1. *Статистика* крупнейших авиакатастроф мира за период 1974-2009 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://forinsurer.com/files/file00319.pdf>.

2. *Airbus* Forecasts World Aircraft Fleet to More than Double by 2026; Passenger Traffic to Grow 4.9% Per Year [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.greencarcongress.com/aviation/index.html>.
3. *Повітряний Кодекс України* [Електронний ресурс] – Режим доступу : portal.rada.gov.ua.
4. *Лысенко О. Г.* Человеческий фактор в гражданской авиации - взгляд на проблему [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://1000years.uazone.net/oleg.html>.
5. *Державна цільова програма безпеки польотів на період до 2015 року.* Проект. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 2009 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: portal.rada.gov.ua
6. *Живучесть* авиационных силовых установок / В.С. Кравцов, А.И. Рыженко. – Учебник для студентов высших учебных заведений (направление «Авиация и космонавтика») – Харьков: Нац. Аэрокосм. Ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2004. – 659с.
7. *Челюканов І.П., Савельєв Г.В.* Бортове аварійно-рятувальне обладнання повітряних суден: Навч. посіб. – К.: НАУ, 2003. – 180 с.
8. *Проектирование самолетов:* Учебник для вузов / С. М. Егер, В. Ф. Мишин, Н. К. Лисейцев и др. Под ред С. М. Егера. //– 3-е изд., пере-раб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
9. *Єріна А. М., Захожай В. Б., Єрін Д. Л.* Методологія наукових досліджень: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 212 с.
10. *Зайченко Ю. П.* Исследование операций. – 3-е изд., перераб. и доп. – К.: Выща школа, 1988. – 552 с.